

Verkieselte *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald bei Passau (Niederbayern)

Von ALFRED SELMEIER^{*)}

Mit 9 Abbildungen und 5 Tabellen

Kurzfassung

Die anatomische Struktur von 41 verkieselten Hölzern stimmt mit der rezenten Gattung *Castanea*, Edelkastanie, Familie Fagaceae, überein. An 32 Hölzern konnte die Breite der Zuwachszonen gemessen werden. Verkieselte *Castanea*-Hölzer sind bisher nur als Einzelfunde aus Japan (WATARI & KURODA 1949; YAMAUCHI 1957; SUZUKI 1976) und Europa (z. B. PRIVÉ-GILL & WATFLET 1980) bekannt geworden. Die 41 *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald bei Passau, Bestandteil der Aufsammlung F. PFEL, sind derzeit weltweit der umfangreichste Beleg verkieselter Hölzer der Gattung *Castanea*. In den groben Tertiärschottern des Neuburger Waldes sind Kieselhölzer bisher die einzigen pflanzlichen Fossilbelege.

Abstract

The paper deals with the anatomical studies of 41 silicified dicotyledonous woods, resembling the modern wood of *Castanea*, attributed to *Castanoxylon bavarium* SELMEIER (1970), according to the fossil genus *Castanoxylon* NAVALE 1962. The 41 specimens, found in the Neuburg Forest (Upper Miocene/Pliocene) near Passau, Lower Bavaria, are the largest collection of silicified *Castanea* woods. Until today only some single pieces have been found in Japan (WATARI & KURODA 1949; YAMAUCHI 1957; SUZUKI 1976) and Europe (e. g. PRIVÉ-GILL & WATFLET 1980).

Inhalt

1. Einleitung	150
2. Die <i>Castanea</i> -Hölzer vom Neuburger Wald	150
2.1 Anatomische Beschreibung	151
2.2 Bestimmung	156
2.2.1 Vergleich mit rezenten Hölzern	156
2.2.2 Vergleich mit fossilen Hölzern	159
2.2.3 Zuwachszonen der <i>Castanea</i> -Hölzer	160
3. Standort und Klima	162
4. Tertiäre <i>Castanea</i> -Blätter	162
Dank	163
Schriftenverzeichnis	163

^{*)} Prof. Dr. A. SELMEIER. — c/o Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.

1. Einleitung

Die 41 verkieselten *Castanea*-Hölzer sind Bestandteil der „Fossilsammlung F. PFEIL“. Herr Dr. F. PFEIL, München, ortskundig im Großraum Passau, sammelt seit Jahrzehnten tierische und pflanzliche Fossilien im östlichen Teil des nordalpinen Molassebeckens. Schwerpunkte der Aufsammlung sind innerhalb des bayerischen Gebietes die Lokalitäten Höch, Rauscheröd und der Neuburger Wald.

Der Neuburger Wald bei Passau, etwa 5 km südlich der Donau gelegen, ist ein hügeliges, von mehreren Bächen zertaltes Gebiet, mit zum Inn abfallenden Steilhängen, bewaldet mit Fichte, Tanne, Buche und Kiefer. Der Hainberg erreicht als höchste Erhebung 485 m NN. Im Neuburger Wald wird das kristalline Grundgebirge weithin vom Tertiär überdeckt, dessen grobe Schotter nur kümmerliche Kiefern und Birken tragen.

Die von F. PFEIL im Neuburger Wald gesammelten Kieselhölzer, darunter 41 *Castanea*-Funde, lagen als Lesesteine meist in Bacheinschnitten (Hammerbach, Steinbach). Die Fundpunkte der einzelnen Hölzer sind mit Hoch- und Rechtswert protokolliert. Unter den etwa 70 Fundstücken des Neuburger Waldes konnte erstmals innerhalb des nordalpinen Molassebeckens ein tertiäres Pappelholz, *Populoxylon priscum*, nachgewiesen werden (SELMFIEB 1984). Es war nach einem Erstfund in Ungarn der zweite holzanatomische Beleg eines verkieselten Pappelholzes in Europa.

Nach Auskunft ortskundiger Geologen und Hinweisen in der Literatur stammen die Kieselhölzer des Neuburger Waldes aus Sedimenten des oberen Miozäns oder des Pliozäns (BAUBERGER & UNGER 1984; FAHLBUSCH 1981).

2. Die *Castanea*-Hölzer vom Neuburger Wald

Ordnung Fagales

Familie Fagaceae

Castanoxydon bavaticum SELMFIEB 1970

Formgattung: *Castanoxydon* NAVALF (1962)

Typusart: *Castanoxydon indicum*, NAVALF (1962) p. 131–137, Text-Fig. 1–4, pl. 1, 1–5; Pondicherry, Indien, Cuddalore series; Eozän bis Miozän.

Material: 41, teilweise gut erhalten gebliebene, verkieselte Sekundärhölzer ohne Rinde, Lesesteine, äußerlich grau bis dunkelbraun, vielfach abgerollt, teilweise geglättet, meist ohne Verwitterungsrinde; größtes Fundstück, BSP 1979 XV 517, 40×10×3 cm. Fund- und Handstücke, sowie Dünnschliffe werden in der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München, aufbewahrt; Inventar-Nr. 1979 XV 512–554.

Fundort: Neuburger Wald südwestlich Passau; Blatt 7446 Passau der Topographischen Karte 1:25 000 (BAUBERGER & UNGER et al. 1984); leg. Dr. F. PFEIL, 1979.

Alter: Nach Auskunft ortskundiger Geologen ist eine gesicherte Altersangabe der als Lesesteine gefundenen Kieselhölzer nicht möglich (Oberes Miozän bis Pliozän).

2.1 Anatomische Beschreibung

Die anatomische Beschreibung erfolgt gemäß den Empfehlungen der International Association of Wood Anatomists: IAWA List of microscopic features for hardwood identification (WHEELER, BAAS & GASSON 1989).

Die Kennziffern der anatomischen Merkmale sind bei der Beschreibung jeweils in Klammern angegeben (IAWA List: 163 mögliche Merkmale).

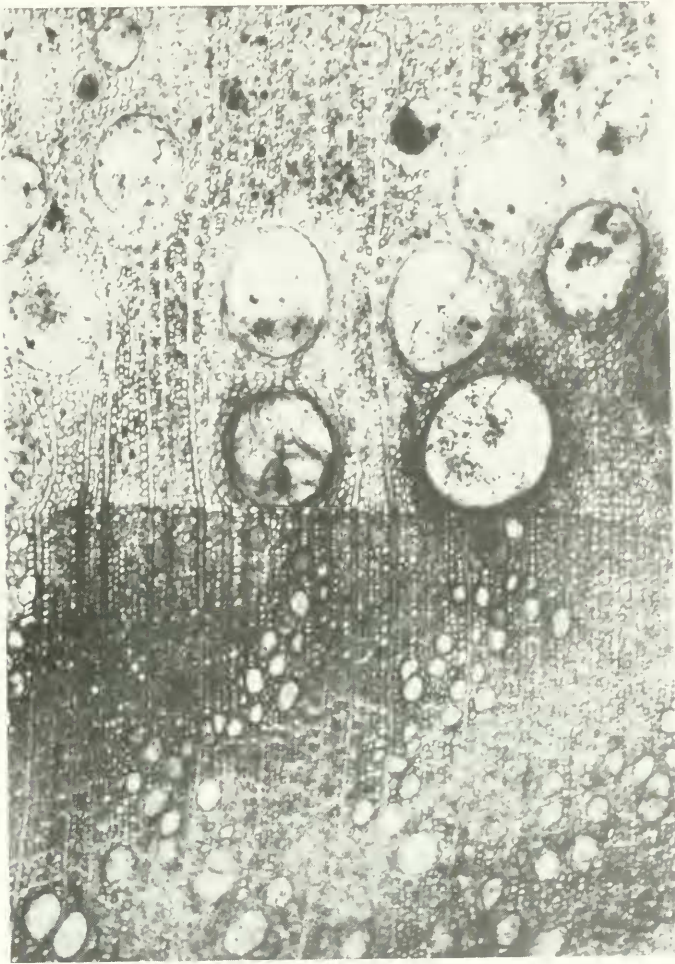


Abb. 1. Querschliff, BSP 1979 XV 512. Zuwachsgrenze und ringporige Gefäßverteilung. 55 \times .

Grundlage der anatomischen Beschreibung sind vorwiegend die am besten erhalten gebliebenen Hölzer (BSP 1979 XV 512–517).

Sekundäre Dikotyledonen-Hölzer ohne Rinde mit folgenden mikroskopischen Merkmalen: (IAWA List 1989): 1, 3, 7, 8, 13, 26, 32, 43, 52, 56, 60, 62, 63, 68, 76, 96, 104, 116, 136, 140.

Zuwachszonen

Abb. 1 u. 3

Zuwachszonen bereits mit bloßem Auge sichtbar (1), Breite 300 μm bis 5,9 mm, einige Proben mit Wurzelholzstruktur, Begrenzung durch große Unterschiede des Gefäßdurchmessers zwischen Früh- und Spätholz, teils 2–3 Lagen abgeflachter Fasern im äußersten Spätholz. Im Abschnitt (2.2.3.) wird die Variationsbreite meßbarer Zuwachszonen eingehender behandelt (Tab. 1–5).

Gefäße

Abb. 1–4 u. 6.

Ringporig (3), Gefäße von 2 verschiedenen Größen.

Frühholzgefäße (a): Weitlumig (43) und auffallend, bereits mit bloßem Auge sichtbar, tangential meist dicht stehend, 2–3 Lagen bildend, reichlich mit Thyllen (56), Begrenzung

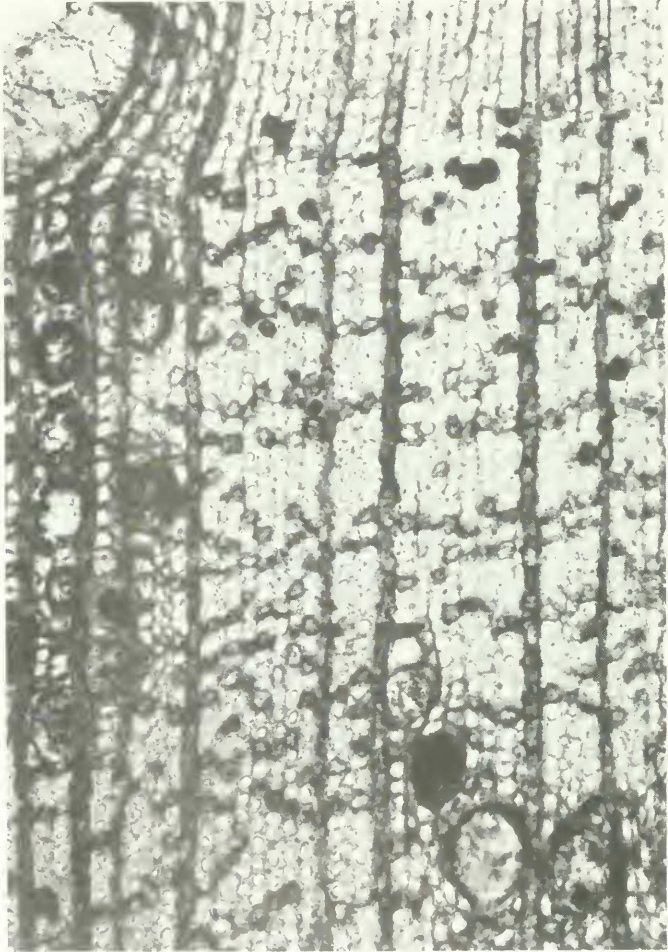


Abb. 2. Querschliff, BSP 1979 XV 512. Zuwachsgrenze, einreihige Holzstrahlen, Spätholz mit dunklen Parenchymzellen. 125 \times

durch Fasertracheiden und einreihige Holzstrahlen, bisweilen einzelne Parenchymzellen. Übergang zu den Spätholzgefäßen fast abrupt; tangentialer Durchmesser (BSP 1979 XV 514) 240–496 μm , Mittel 355 μm , 30 Zählungen; (BSP 1979 XV 512) 234–374 μm , Mittel 312 μm , 35 Zählungen; radialer Durchmesser überschreitet häufig 400 μm ; tangentialer Durchmesser großer Gefäße mit Wurzelholzstruktur (BSP 1979 XV 515) 227–319 μm , Mittel 261 μm (BSP 1979 XV 525) 319–444 μm , Mittel 366 μm ; Wanddicke großer Gefäße z. B. 7 μm ; Durchbrechungen einfach (13), intervaskuläre Tüpfel 7–10 μm (?), wegen Thyllenbildung und Zonarquarzen schwer beurteilbar, Tüpfel zwischen Gefäßen und Holzstrahlen von unregelmäßiger Gestalt, oval, langgezogen (32), z. B. 5–8–16 μm ; Länge der Gefäßelemente 105–386–(480) μm , Mittel 209 μm (52).

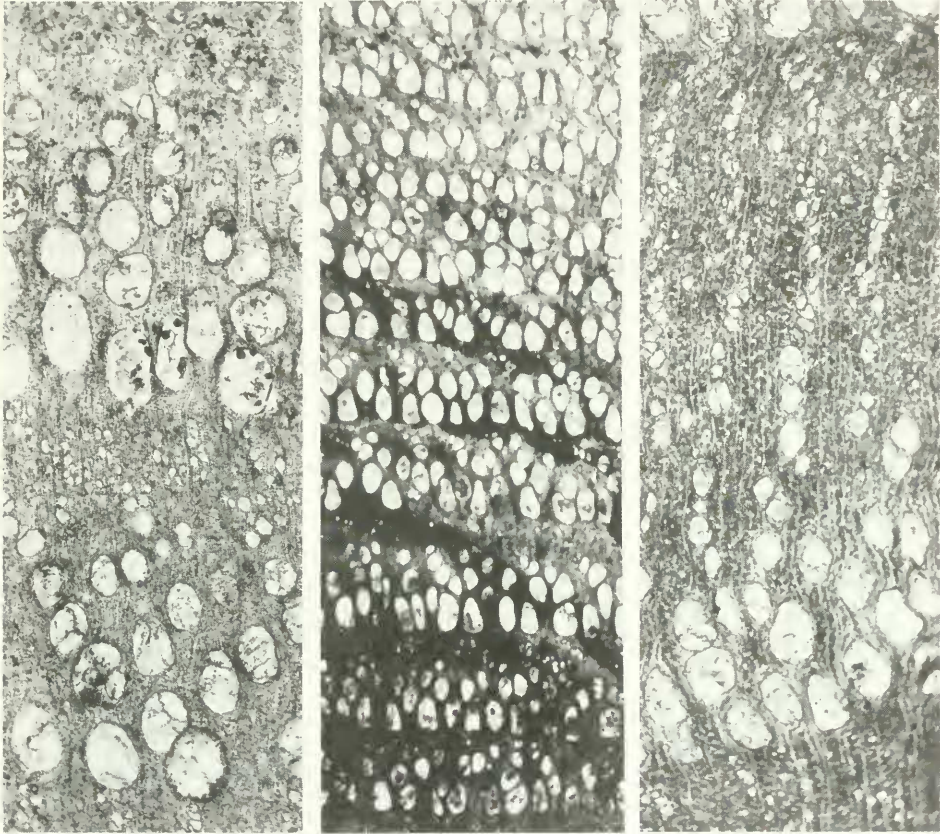


Abb. 3. Querschliffe. Links, BSP 1979 XV 514, Stammholz, 20 \times . – Mitte, BSP 1979 XV 515, Wurzelholz, 15 \times . – Rechts, BSP 1979 XV 516, Stammholz, 20 \times .

Kleine Gefäße (b): Im tangentialen Durchmesser in Richtung Spätholz abnehmend, hängt ihre Verteilung von der Breite der Zuwachszonen ab; schmale radiale Reihen (7) wechseln mit schrägen oder sich gabelnden, dendritischen (8) Verteilungsmustern; tangentialer Durchmesser der äußersten Spätholzgefäße sehr klein, 24–50 μm , Mittel 41 μm , 30 Messungen. Durchbrechungen einfach, häufig mit Thyllen (56).

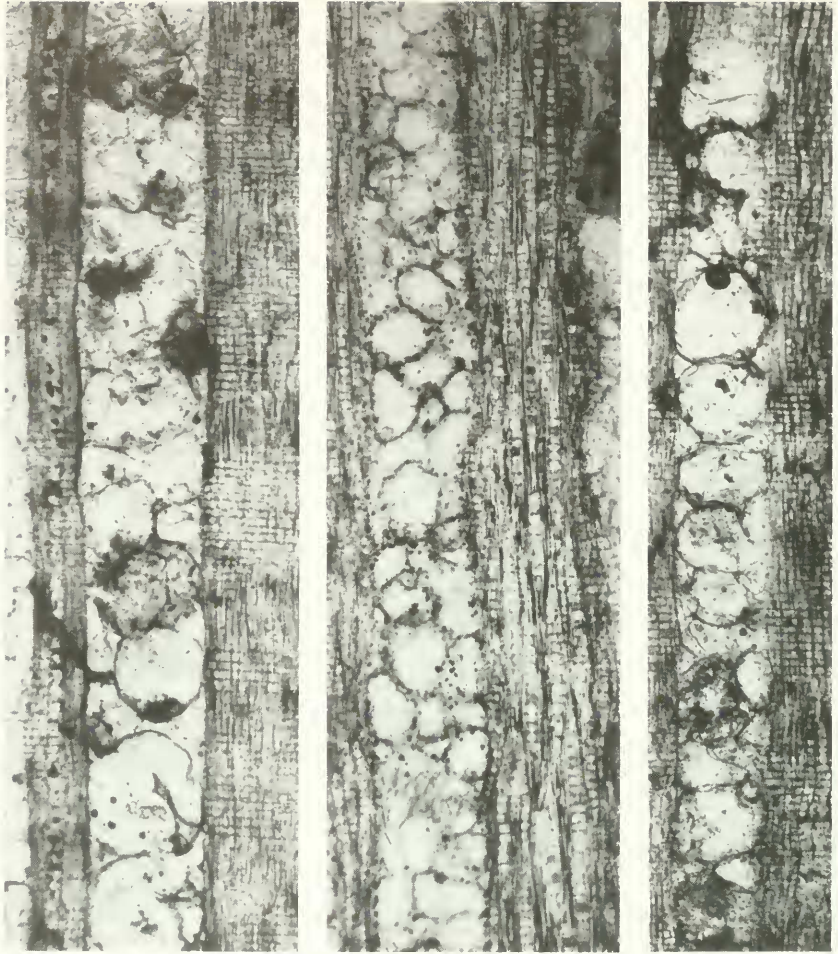


Abb. 4. Längsschliffe. Gefäße mit Thyllen. Tangential (Mitte) und radial, BSP 1979 XV 513. 55×.

Tracheiden und Fasern

Abb. 2 u. 7

Vasizentrische Tracheiden (60) umgeben die großen Frühholzgefäße, Durchmesser im Querschnittsbild z. B. 17–26 μm . Die Tracheiden in Kontakt mit großen Gefäßen zeigen im Radialschnitt Strukturen, wie sie den Abbildungen bei BAREFOOT & HANKINS (1982: 88, Fig. 26Aa) und bei WHEELER, BAAS & GASSON (1989: 263, Fig. 68) entsprechen. Zahlreiche, etwas oval bis rundliche Tüpfel auf den Radialwänden, Durchmesser 6–8 μm . Die Tüpfel sind gegenseitig meist ohne Berührung. Grundgewebe aus Fasern mit Tüpfeln (62, 63, 68).

Axiales Parenchym

Abb. 2, 6, 8 u. 9

Verteilung meist diffus (76) oder in kurzen tangentialen Bändchen, Durchmesser im Querschnitt etwa 20–25 μm ; Länge der Zellen vertikal z. B. 30–150 μm , tangential ca. 40 μm . An

einigen Stellen mancher Querschliffe ist das axiale Parenchym in diffuser Verteilung und in Form kurzer, tangentialer Bändchen durch dunklere Färbung besonders auffallend. Ein Merkmal der Radialschliffe sind ferner Stellen mit zahlreichen, gekammerten Parenchymzellen, noch teilweise rhomboide Kristallreste führend; Höhe der gekammerten Parenchymzellen, gemessen am Radialschliff, 178–500 μm , Mittel 257 μm , 15 Messungen.

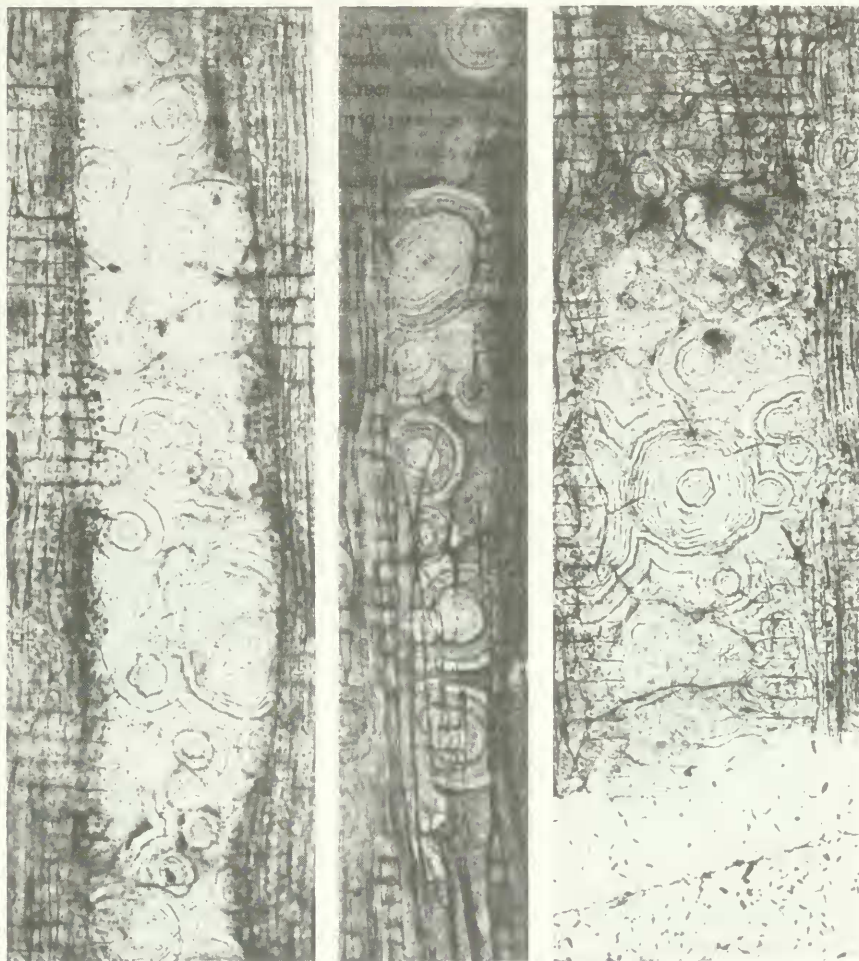


Abb. 5. Längsschliffe, BSP 1979 XV 512. Zonarquarze verdrängen lokal das Holzgewebe. 125 \times .

Holzstrahlen

Abb. 1–2 u. 9

Sehr fein, mit bloßem Auge nicht zu sehen, fast nur einreihig (96), homozellular (104), Höhe 149–535 μm , Mittel 279 μm , 2–21 Zellen, meist 8–15 Zellen; 10–16 Holzstrahlen je mm (116).

Prismatische Kristalle
Abb. 7

Kristalle vorhanden (136), einzelne rhomboide Kristallreste in gekammerten vertikalen Parenchymzellreihen (140).

2.2 Bestimmung

2.2.1 Vergleich mit rezenten Hölzern

Die Kombination anatomischer Merkmale (ringporig, geschlossener Porenkreis aus großen Gefäßen, Thyllen, Spätholzgefäße sehr klein in schrägen oder sich gabelnden Reihen, einfache Durchbrechungen, einreihige Holzstrahlen) spricht eindeutig für die Gattung *Castanea*.

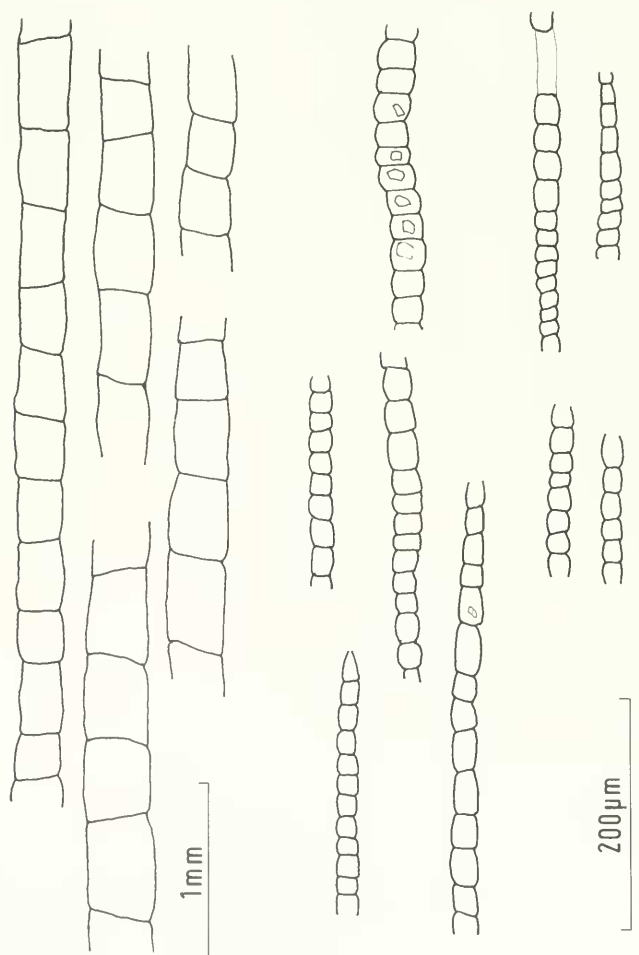


Abb. 6. Längsschliffe, BSP 1979 XV 512. Links, Gefäßelemente im Tangentialschnitt; rechts, gekammertes Parenchym mit Kristallresten im Radialschnitt.

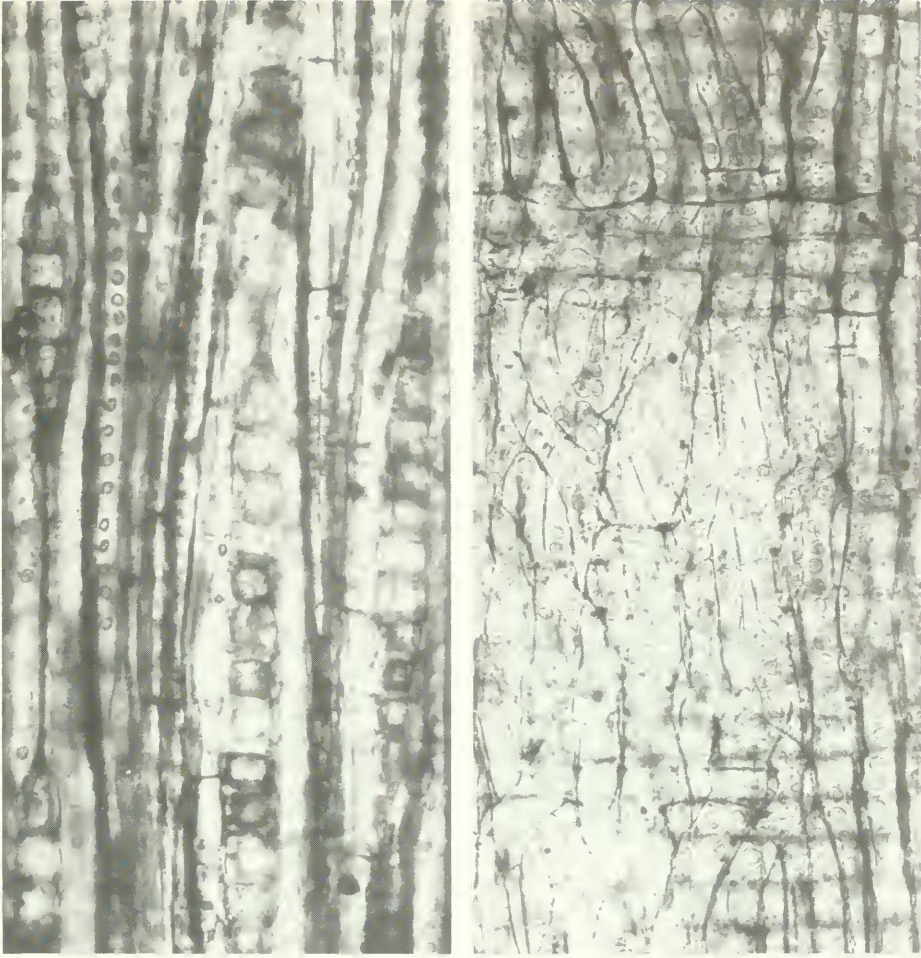


Abb. 7. Längsschliffe. Links, BSP 1979 XV 514, einreihige Holzstrahlen tangential, gekammertes Parenchym mit Kristallresten und getüpfelte Fasern. 250 \times . Rechts, BSP 1979 XV 513, vasizentrische Tracheiden mit Tüpfeln, radial. 250 \times .

Die für einen Vergleich vorhandenen Dünnschnittpräparate (Xylothek Dr. GROSSER, München; STERN 1988: 229–230) sowie Beschreibungen und Abbildungen der Literatur bestätigen in allen Einzelmerkmalen die Bestimmung. Bekanntlich ist *Castanea* von *Castanopsis*, *Quercus* und *Litbocarpus* holzanatomisch leicht zu unterscheiden.

Ein charakteristisches Merkmal heteroxyler Angiospermen mit großen Kreuzungsfeld-Tüpfeln (z. B. *Castanea*) ist der Gefäßverschluß durch Thyllen (ZURCHER et al. 1985; SHIBATA et al. 1980 u. 1981). Die hier beschriebenen Funde zeigen in allen Schnittrichtungen ausgeprägte Thyllbildung.

Die vorliegenden fossilen Hölzer haben fast ausschließlich nur einreihige Holzstrahlen. Abweichend von der rezenten holzanatomischen Literatur, *Castanea* betreffend, sind gekammerte Parenchymzellen, teils mit Kristallresten, bei den vorliegenden Hölzern häufig feststellbar. Das

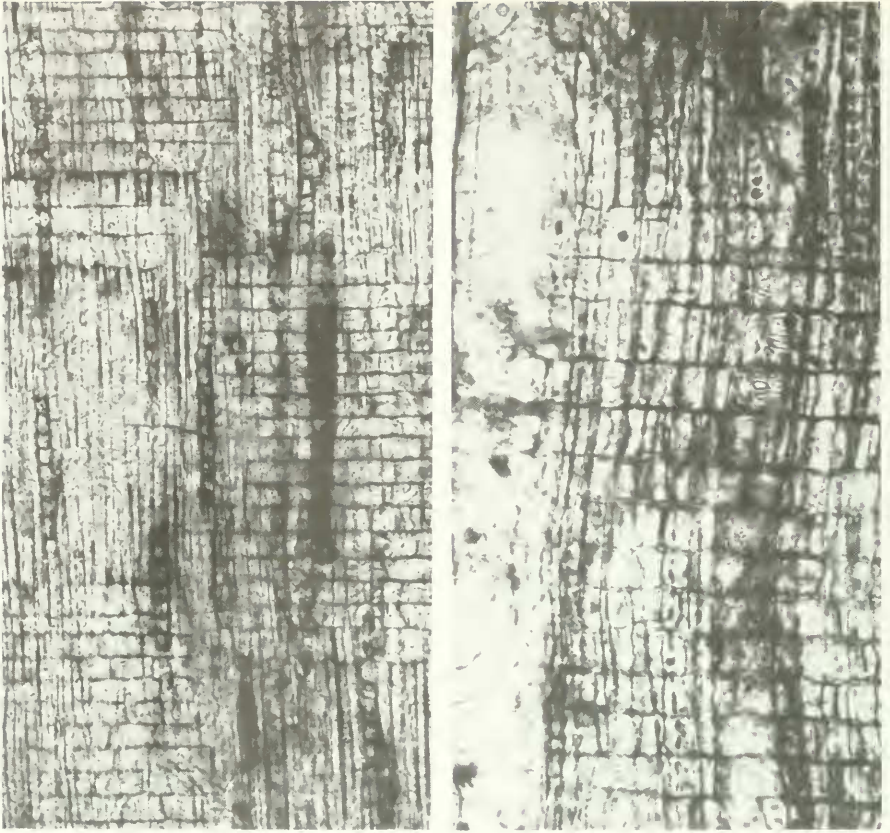


Abb. 8. Längsschliffe. Links, BSP 1979 XV 513, zahlreiche gekammerte Parenchymzellen im Radialschnitt. 125 \times . Rechts, BSP 1979 XV 513, Radialschnitt, horizontal verlängerte, große Kreuzungsfeldtüpfel. 250 \times .

Vorkommen rhomboider Kristalle bei *Castanea* wird von CHATTAWAY (1955; 1956: 111) und CARLQUIST (1988: 226) bestätigt.

Dagegen zeigen weder Abbildungen (Fotos, Zeichnungen) noch Beschreibungen von rezenten *Castanea*-Arten verschiedenster Herkunft gekammerte Parenchymzellen. Überprüft wurden holzanatomische *Castanea*-Beschreibungen folgender Autoren: GREGUSS (1959: 30, 35, 92, Taf. 17), GROSSER (1977: 124–125, Taf. 30), ILIC (1991: 211; 1845, 1846), MILES (19: 59), PANSHIN & ZEFFUW (1964: 559–561, Fig. 12–179), SCHWEINGRUBER (1978: 87; 1990: 397) und WAGENFÜHR (1985: 425–427).

Gekammerte Parenchymzellen, offensichtlich fehlend oder äußerst selten bei rezenten *Castanea*-Arten, sind bei Tertiärfunden aus Bayern (Basaltbruch Weidersberg) und Frankreich (Cantal) mehrfach zweifelsfrei nachgewiesen (PRIVE-GILL & WATELFT 1980: Fig. 5, pl. II, Fig. 3). Auch bei den Hölzern aus dem Neuburger Wald sind die gekammerten Parenchymzellen ein sehr auffallendes Merkmal der Längsschliffe. Es wird angenommen, daß das Vorkommen oder Fehlen gekammelter Parenchymzellen innerhalb der Variationsbreite einer *Castanea*-Art liegt. Hierzu bemerken PRIVE-GILL & WATELFT (1980: 144) bezogen auf tertiäre *Castanea*-Hölzer: „La fréquence des cristaux notamment peut être liée aux conditions écologique.“

2.2.2 Vergleich mit fossilen Hölzern

G. K. B. NAVALE hat 1962 die Formgattung *Castanoxylon* aufgestellt. Sie umfaßt die Gattungen *Castanea*, *Castanopsis* und einige Arten von *Quercus* und *Lithocarpus*. Die vorliegenden *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald gehören zweifelsfrei zur Formgattung *Castanoxylon* NAVALE (1962), Typusart *Castanoxylon indicum* (1962: 131–135). Ein Vergleich mit *Quercus*, *Lithocarpus* und *Castanopsis* scheidet aufgrund der anatomischen Merkmale eindeutig aus. Somit verbleiben nur *Castanoxylon*-Hölzer vom Bautyp *Castanea*.

Fundgebiete tertiärer *Castanea*-Hölzer, Fagaceae (⊗ = anatomisch ausführlich beschrieben und somit vergleichbar):

Fundgebiete	Autoren	Fossiler Name
England, Hebriden	TOMKIEFF & BLACKBURN 1942	<i>Castanea</i> sp. ?
Japan Sendai	WATARI & KURODA 1949	<i>Castanea antiqua</i>
Deutschland, Freihöls	SELMEIER 1956	<i>Castanoxylon</i> sp.
Japan, Shimokita	YAMAUCHI 1957	<i>Castanea crenata</i>
Ungarn, Dédestapolcsany	ANDREANSZKY 1959	<i>Castanoxylon</i> sp.
Griechenland, Megalopolis	WEYLAND & PFLUG 1961	<i>Castanea sativa</i>
Deutschland, Weidersberg	SELMEIER 1970	⊗ <i>Castanoxylon bavaricum</i>
Japan, Kyushu	SUZUKI 1976	⊗ <i>Castanea protoantiqua</i>
Deutschland, Niederrhein	BURGH, v. d. 1978	<i>Castanoxylon</i> sp.
Frankreich, Cantal	PRIVÉ-GILL & WATELET 1980	⊗ <i>Castanoxylon bavaricum</i> 5 Fundstücke
Deutschland, Neuburger Wald	SELMEIER 1991	⊗ <i>Castanoxylon bavaricum</i> 41 Fundstücke

Anatomisch ausführlich beschrieben und daher für einen Vergleich geeignet sind nur 4 der bisher nachgewiesenen tertiären *Castanea*-Hölzer: (a) *Castanea antiqua* (WATARI & KURODA 1949), (b) *Castanoxylon bavaricum* (SELMEIER 1970), (c) *Castanea protoantiqua* (SUZUKI 1976), (d) *Castanoxylon bavaricum* (PRIVÉ-GILL & WATELET 1980). Während sich die *Castanea*-Hölzer aus Japan durch tangentialen Parenchymbänder (a) sowie breitere Holzstrahlen (c) unterscheiden, liegt die größte Übereinstimmung mit *Castanoxylon bavaricum* SELMEIER (1970) vor. Fünf miozäne *Castanea*-Hölzer aus Frankreich wurden bisher zu *Castanoxylon bavaricum* gestellt (PRIVÉ-GILL & WATELET 1980: 140–144, Fig. 3–5, pl. II, 1–10). Auch die vorliegenden Fossilreste werden dieser Art zugeordnet. Die Variabilität holzanatomischer Merkmale (Gefäßdurchmesser, Häufigkeit des gekammerten Parenchyms) zwischen den Funden in Weidersberg

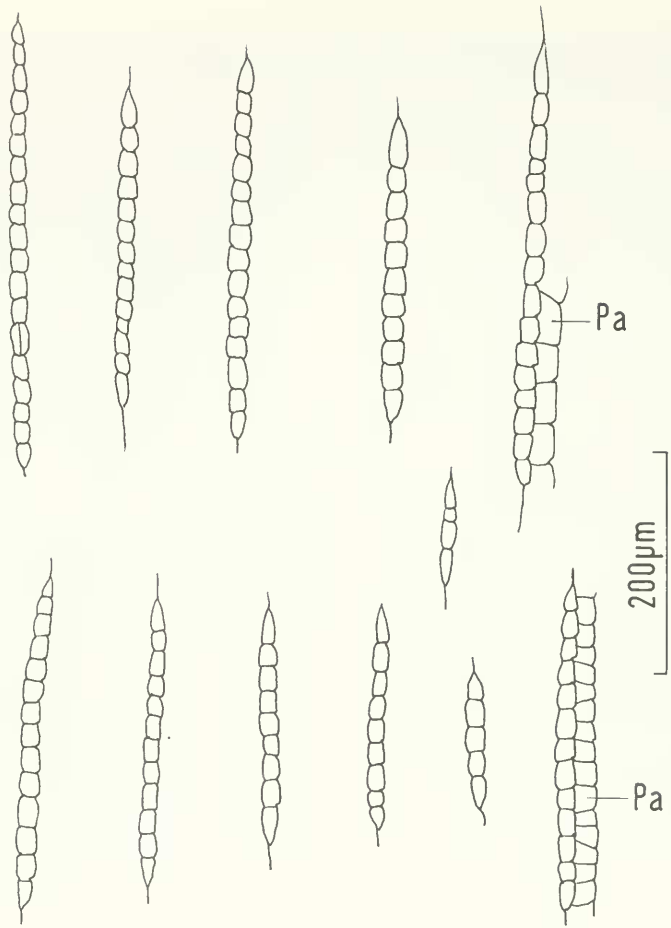


Abb. 9. Tangentialschliff, BSP 1979 XV 512. Einreihige Holzstrahlen teils in Kontakt mit gekammerten Parenchymzellen (Pa).

(SELMFIER 1970) und Frankreich (PRIVE-GIL & WATELET 1980) bewegen sich mit größter Wahrscheinlichkeit innerhalb der genetisch fixierten, umweltbedingten Variationsbreite einer Art. Auch die unterschiedliche Herkunft einer verkieselten Holzprobe innerhalb des einstigen Baumindividuums (Baumtopographie) steht ursächlich in Zusammenhang mit der holzanatomischen Strukturvariabilität.

Abschließend wird erwähnt, daß in jüngster Zeit, Ausdrücke der „Fossil Wood Database“ zur Verfügung stehen (WHEELER 1991a und 1991b), darunter auch wertvolle Hinweise auf *Castanoxylo*-Funde.

2.2.3 Zuwachszonen der *Castanea*-Hölzer

Die große Anzahl verkieselter *Castanea*-Hölzer ließ es sinnvoll erscheinen, die Breite der Zuwachszonen zu messen. Ausgewählt wurden nur jene Proben, deren Holzgewebe vor der Versteinering keiner radialen Pressung ausgesetzt war. Die Messungen erfolgten unter Verwendung der Geräte Videoplan, Firma KONTRON GmbH, Neufahrn bei München.

Hölzern mit breiten Zuwachszonen (Tab. 1) stehen Proben gegenüber, deren Mittelwert bei 31 schmalen „Ringen“ etwa ein Fünftel kleiner ist (Tab. 2). Die Mehrzahl der Hölzer, gemessen wurden 77 Zonen, hat einen mittleren Zuwachs von 2–2,6 mm (Tab. 3). Bei drei Funden fehlt der jeweilige Spätholzanteil, verbunden mit Ausprägung der typischen Wurzelholz-Struktur (Tab. 4). Die Mittelwerte von 47 Zuwachszonen erreichen bei den „Wurzelhölzern“ (wurzelnahe Proben ?) nur eine Breite von 0,91–1,15 mm. Von besonderem Interesse sind erhebliche Schwankungen in der Zuwachsbreite innerhalb weniger benachbarter Zuwachszonen (Tab. 5). So liegen bei BSP 1979 XV 518 innerhalb von 11 Zuwachszonen Schwankungen um das 15fache vor, 4–8fache Schwankungen bei den übrigen Proben (Tab. 5). Da anthropogene Einflüsse ausscheiden, müssen umweltbedingte Faktoren ursächlich verantwortlich sein (SCHWEINGRUBER 1983).

Die Breite der Zuwachszonen bei den 5 tertiären *Castanea*-Hölzern aus Frankreich wird mit 1,06–2,27 mm angegeben (PRIVE-GILL & WATELET 1980: 140), die 12 Zuwachszonen des *Castanea*-Holzes aus dem Basaltbruch Weidersberg, Bayern, sind 0,9–2 mm breit (SELMEIER 1970: 19). Somit haben die *Castanea*-Hölzer des Neuburger Waldes teilweise erheblich breitere Zuwachszonen.

Tab. 1. Tertiäre *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald mit sehr breiten Zuwachszonen (ZWZ) bezogen auf den Mittelwert.

BSP 1979 XV	Zahl und Breite der ZWZ	Minimum mm	Maximum mm	Standard Abweichung	Mittel mm
541	6 30,7 mm	4,3	5,9	554 μ m	5,0
516	7 30,6 mm	3,4	5,2	646 μ m	4,4

Tab. 2. Tertiäre *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald mit schmalen Zuwachszonen (ZWZ) bezogen auf den Mittelwert.

BSP 1979 XV	Zahl und Breite der ZWZ	Minimum mm	Maximum mm	Standard Abweichung	Mittel mm
539	14 1,9 mm	0,54	1,9	406 μ m	1,4
548	17 2,7 mm	0,85	2,0	315 μ m	1,6

Tab. 3. Tertiäre *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald mit 2–2,5 mm breiten Zuwachszonen (ZWZ) bezogen auf den Mittelwert.

BSP 1979 XV	Zahl und Breite der ZWZ	Minimum mm	Maximum mm	Standard Abweichung	Mittel mm
534	12 30,9 mm	1,6	3,8	634 μ m	2,6
518	11 28,0 mm	0,3	4,5	111 μ m	2,5
514	12 28,9 mm	1,7	3,0	407 μ m	2,4
517	5 11,2 mm	1,8	2,5	300 μ m	2,3
522	9 24,4 mm	0,6	5,4	1623 μ m	2,3
519	7 15,6 mm	1,3	2,9	600 μ m	2,1
531	10 22,0 mm	1,3	3,5	608 μ m	2,0
537	11 28,1 mm	1,6	4,5	993 μ m	2,0

Tab. 4. Tertiäre *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald mit deutlicher Wurzelholz-Struktur.

BSP 1979 XV	Zahl und Breite der ZWZ		Minimum mm	Maximum mm	Standard Abweichung	Mittel mm
515	31	32,8 mm	0,41	1,96	381 μm	0,97
525	7	6,2 mm	0,75	1,04	111 μm	0,91
527	9	10,7 mm	0,62	1,92	443 μm	1,15

Tab. 5. Tertiäre *Castanea*-Hölzer aus dem Neuburger Wald mit den größten Schwankungen in der Breite benachbarter Zuwachszonen (ZWZ).

BSP 1979 XV	Anzahl ZWZ	Maximum μm	Minimum μm	Verhältnis Max. : Min.
518	11	4500	300	15,0 mal
522	9	5403	640	8,4 mal
549	5	4579	885	5,2 mal
543	12	4355	1002	4,3 mal
539	14	1962	538	3,6 mal

3. Standort und Klima

Nach KRÜSSMANN (1976: 313–315) existieren rezent 11 *Castanea*-Arten, 13 Gartenformen und weitere großfrüchtige Kultursorten. *Castanea sativa* MILL., ein Baum des submediterranen Klimas, bevorzugt tiefgründige, möglichst wenig kalkhaltige Böden und verträgt relativ viel Trockenheit. Die Edelkastanie ist weit verbreitet in Gebieten mit milden Wintern und Niederschlägen von 500–1500 mm/Jahr (SCHWEINGRUBER 1990: 110). In Anatolien und am Südalpenrand liegen die Obergrenzen bei etwa 1700 m Höhe.

Als laubabwerfender, tiefwurzelnder Baum ist die Edelkastanie Bestandteil eines fluß- und seenfernen, mesophilen, wärmeliebenden Waldes. Bei sommergrünen Gehölzen der submediterranen Übergangszone liegt eine Häufung ringporiger Bautypen vor. Nach HUBER & ROUSCHAL (1954: 101) wird die Stoßbeanspruchung des Wasserhaushaltes im Frühjahr damit in Beziehung gebracht.

Die Gattung *Castanea* ist in 3 untereinander isolierten Großarealen weltweit verbreitet: (a) im östlichen und südlichen Nordamerika, (b) im Mediterranbereich, in der Türkei und im Iran, (c) in China, Korea und Japan. Die Fundorte bisher beschriebener tertiärer *Castanea*-Hölzer liegen in den Großarealen (a) Nordamerika und (c) Asien innerhalb der rezenten Verbreitungsgrenzen. In Europa liegen bis auf eine Ausnahme alle Fundorte tertiärer *Castanea*-Hölzer nördlich der rezenten Verbreitungsgrenze (PRIVÉ-GILL & WATFLET 1080: 144, Fig. 6).

4. Tertiäre *Castanea*-Blätter

Die Gattung *Castanea* ist in tertiären Sedimenten weltweit mehrfach durch Blattreste nachgewiesen, auch im Bereich des nordalpinen Molassebeckens.

50 fossile Belege von *Castanea atavia* UNG., rezente Vergleichsart *C. sativa* MILL. oder *C. pumila* (L.) MILL., rezente Verbreitung östliches Mittelmeer bzw. atlantisches N-Amerika, stammen aus der Referenzlokalität Massenhausen (Oberes Miozän), Landkreis Freising (JUNG 1963: 144). Der Anteil der *Castanea*-Blätter an der Gesamtflora von Massenhausen beträgt 12%. Die fossilen Blattreste und Fruktifikationen von Massenhausen, veröffentlicht von W. JUNG (1963), waren die erste ausführlich bearbeitete fossile Flora aus dem Bereich der südbayerischen Oberen Süßwassermolasse in diesem Jahrhundert.

Eine beachtliche Anzahl neuer, fossiler Blattfundstellen, teils Referenzlokalitäten (JUNG & MAYR 1980) mit biostratigraphischer Bedeutung, liegt seit 1963 im Gebiet der Oberen Süßwassermolasse vor. *Castanea*-Blätter sind bisher nur in der Flora von Achldorf bei Vilsbiburg, Niederbayern, nachgewiesen (JUNG 1970; KNOBLOCH 1986). Aufgrund morphologischer Ähnlichkeit werden die „*Castanea*“-Blätter teils zu *Quercus* cf. *kubinyi* (KOVATS ex ETTINGSHAUSEN) BERGER gestellt. Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn enthält nach ANDREANSZKY (1959) *Castanea*-Blätter von 8 verschiedenen Arten. Über Blattfunde von *Castanea* aus dem Mittel-Pliozän von Borsec (Karpathen) berichtet HIRMER (1942: 479). In der Blätter-Flora aus marinen Sedimenten des Linzer Raumes werden *Castanea*-Funde mit *Quercus* vereinigt (KOVAR 1982: 64): *Quercus* vel *Castanea* sp. (Taf. 7, Fig. 10–11; Taf. 27, Fig. 14–15). Auf die Problematik einer zweifelhaften Artbeschreibung hinsichtlich der Unterscheidung zwischen fossilen (rezenten) *Castanea*- und *Quercus*-Blättern, bezogen auf die Fundstelle Achldorf, verweist KOVAR-EDER (1988: 36).

Unter den fossilen Frucht- und Samenresten des Molassebeckens fehlt *Castanea* (GREGOR 1982: 94–96).

Ergänzend sei erwähnt, daß *Castanea* unter den reichhaltigen Pollenspektren in 11 verschiedenen miozänen Fundpunkten Süddeutschlands, Standort „Mesophile Wälder“, nachweisbar ist. Es sind dies die Fundorte Langenau, Rauscheröd, Wackersdorf, Hitzhofen, Burtenbach, Wemding, Steinheim, Massenhausen und Achldorf (SEITNER 1987; Diagramm 10).

Dank

Herr Dr. FRIEDRICH PFEIL, München, hat freundlicherweise genehmigt, daß die von ihm gefundenen Kieselhölzer anatomisch bearbeitet werden konnten. Für vielfache Unterstützung habe ich ferner zu danken: Herrn H. MERTEL (Dünnschliffe), Herrn F. HÖCK (Bildabzüge) und Herrn Dr. D. GROSSER (Xylothek). Herrn Prof. Dr. W. JUNG danke ich für ständige Diskussionsbereitschaft und Literaturhinweise.

Schriftenverzeichnis

- ANDREANSZKY, G. (1959): Die Flora der sarmatischen Stufe in Ungarn. — 360 S., 238 Abb., 4 Tab., 58 Taf.; Budapest (Akadémiai Kiadó).
- BARFOOT, A. C. & HANKINS, F. W. (1982): Identification of Modern and Tertiary Woods. — 189 S., zahlr. Abb.; Oxford (Clarendon Press).
- BAUBERGER, W., & UNGER, H. J. et al. (1984): Geologische Karte von Bayern 1:25000. Erläuterung zum Blatt-Nr. 7446 Passau. — 175 S., 28 Abb., 16 Tab., 8 Beilagen; München.
- BURGH, VAN DER, J. (1978): Hölzer aus dem Miozän der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 28: 213–275, 1 Abb., 1 Tab., 10 Taf.; Krefeld.
- CARLQUIST, S. (1988): Comparative wood anatomy. — 436 p., 101 figs.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).

- CHATTAWAY, M. M. (1955): Crystals in woody tissues. Part I. Trop. Woods, **102**: 55–74, 5 Abb., 5 Tab.; Yale University (Editor W. L. Stern).
- CHATTAWAY, M. M. (1956): Crystals in woody tissues. Part II. Trop. Woods, **104**: 100–124, 5 Abb.; Yale University (Editor W. L. Stern).
- FAHLBUSCH, V. (1981): Miozän und Pliozän – Was ist was? Zur Gliederung des Jungtertiärs in Süddeutschland. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **21**: 121–127, 1 Tab.; München.
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. – 278 S., 34 Abb., 16 Taf., Profile und Pläne; Stuttgart (F. Enke).
- GREGUSS, P. (1959): Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. – 330 S., 307 Taf., 6 Tab., Beilagen; Budapest (Akadémiai Kiadó).
- GROSSER, D. (1977): Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikrophotographischer Lehratlas. – 288 S., 87 Abb., 64 Taf., 3 Falttaf.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- HIRMER, M. (1942): Die Forschungsergebnisse der Paläobotanik auf dem Gebiet der Känophytischen Floren. Ein Sammelbericht über die Erscheinungen der Jahre 1936–1941. – Bot. Jahrbücher, **72**(3/4): 347–563, 44 Abb., 20 Taf.; Berlin.
- HUBER, B. & ROUSCHAL, CH. (1954): Mikrophotographischer Atlas mediterraner Hölzer. – 105 S., 46 Taf., 184 Abb.; Berlin-Grünwald (F. Haller).
- ILIC, J. (1991): CSIRO Atlas of Hardwoods. – 600 p., 9000 figs. – Berlin, Heidelberg etc. (Springer).
- JUNG, W. (1963): Blatt- und Fruchtreste aus der Oberen Süßwassermolasse von Massenhausen, Kreis Freising (Oberbayern). – Palaeontographica, B, **112**: 119–166, 2 Abb., 8 Tab., 5 Taf.; Stuttgart.
- JUNG, W. (1970): Eine reiche Fundstelle obermiozäner Pflanzenreste in der Oberen Süßwassermolasse Südbayerns. – N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **9**: 542–548, 1 Abb.; Stuttgart.
- JUNG, W. (1986): Ein Beitrag zur paläobotanischen Charakterisierung der „Jüngeren Serie“ der Oberen Süßwasser-Molasse Südbayerns. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **26**: 89–92, 1 Tab.; München.
- JUNG, W. & MAYR, H. (1980): Neuere Befunde zur Biostratigraphie der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und ihre palökologische Deutung. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **20**: 159–173, 1 Abb., 1 Tab.; München.
- KNOBLOCH, E. (1986): Die Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Achldorf bei Vilsbiburg (Niederbayern). – Documenta naturae, **30**: 14–48, 20 Taf.; München.
- KOVAR, J. B. (1982): Eine Blätter-Flora des Egerien (Ober-Oligozän) aus marinen Sedimenten der Zentralen Paratethys im Linzer Raum (Österreich). – Beitr. Paläont. Österr., **9**: 1–209, 12 Abb., 8 Tab., 38 Taf.; Wien.
- KOVAR-EDER, J. B. (1988): Obermiozäne (Pannone) Floren aus der Molasse Österreichs. – Beitr. Paläont. Österr., **14**: 19–121, 17 Abb.; 12 Taf.; Wien.
- KRÜSSMANN, G. (1976): Handbuch der Laubgehölze, Bd. I. – 486 S., 791 Abb., 16 Taf.; Berlin u. Hamburg (P. Parey).
- METCALFE, C. R. & CHALK, L. (1950): Anatomy of the Dicotyledons, Vol. 1 u. 2. – 1500 S., 317 Abb., 6 Tab., 5 Diagramme; Oxford (Clarendon Press).
- MILES, A. (1978): Photomicrographs of world woods. – IV + 233 p.; London (Her Majesty's Stationary Office).
- NAVALE, G. K. B. (1962): *Castanoxydon* gen. nov. from Tertiary beds of the Cuddalore series near Pondicherry, India. – The Palaeobotanist, **11**(3): 131–137, 7 figs., 2 pls.; Lucknow (1964).
- PANSHIN, A. J. & DE ZEEUW, C. (1970): Textbook of wood technology, vol 1. – 705 S., zahlr. Abb. u. Tab.; New York etc. (McGraw-Hill Book Co.).
- PRIVE-GILL, C. & WATELET, P. (1980): La brèche poncée du domaine d'Aubart (Commune du Claux, Cantal). Volcanostratigraphie et étude des bois fossiles. – 105e Congrès national des Sociétés savantes, Caen, **1**: 131–151, 6 Abb., 2 Taf.; Paris.
- SCHWENGRUBER, F. H. (1978): Mikroskopische Holzanatomie. – 226 S., zahlr. Abb.; Teufen AR (F. Flück-Wirth).
- SCHWENGRUBER, F. H. (1983): Der Jahrring, Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. – 234 S., zahlr. Abb.; Bern, Stuttgart (P. Haupt).
- SCHWENGRUBER, H. F. (1990): Anatomie europäischer Hölzer. – 800 S., zahlr. Abb.; Bern, Stuttgart (P. Haupt).

- SCHWEINGRUBER, H. F. (1990): Baum und Holz in der Dendrochronologie. – 231 S., zahlr. Abb.; Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft; Birmensdorf, Schweiz.
- SEITNER, L. (1988): Miozäne Mikroflora aus Sedimenten der Süßbrackwassermolasse und der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands. – Diss. Univ. München, XVI + 352 S., 14 Diagr., 20 Taf.; München (Fotodruck).
- SELMEIER, A. (1956): Die Kieselhölzer des bayerischen Miozäns. – Ber. naturwiss. Ver. Landshut, **23**: 25–94, 10 Taf.; Landshut.
- SELMEIER, A. (1970): *Castanoxylon bavarium* n. sp. aus jungtertiären Schichten Nordost-Bayerns (Basaltbruch Weidensberg). – Geol. Bl. NO-Bayern, **20**(1/2): 17–38, 10 Abb.; Erlangen.
- SELMEIER, A. (1984): Kleinporige Laubhölzer (Rosaceae, Salicaceae) aus jungtertiären Schichten Bayerns. – Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **24**: 121–150, 14 Abb., 3 Taf.; München.
- SELMEIER, A. (1986): Verkieselte Fagaceen-Hölzer aus jungtertiären Schichten Bayerns. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, **86**: 233–247, 9 Abb.; Frankfurt a. Main.
- SELMEIER, A. (1989): Funde verkieselter Hölzer aus dem nordalpinen Molassebecken und einigen Randgebieten. – Geologica Bavarica, **94**: 409–446, 8 Abb.; München.
- SHIBATA, N., HARADA, H. & SAIKI, H. (1980): Formation and Wall Structure of Tyloses in *Castanea crenata* SIEB. et ZUCC. – Bulletin of the Kyoto University Forests, **52**: 206–215; Kyoto (Japan).
- SHIBATA, N., HARADA, H. & SAIKI, H. (1981): Difference in the Development of Incubated Tyloses within the Sapwood of *Castanea crenata* SIEB. et ZUCC. – Bulletin of the Kyoto University Forests, **53**: 231–240; Kyoto (Japan).
- SLIJPER, E. J. (1932): Über pliozäne Hölzer aus dem Ton von Reuver (Limburg, Holland). – Rec. Trav. bot. nederl., **29**: 18–35, 5 Abb.; Amsterdam.
- STERN, W. L. (1988): Index Xylariorum. Institutional wood collections of the world, 3. – IAWA Bulletin, n. s. **9**(2): 203–252; Leiden Rijksherbarium.
- SUZUKI, M. (1976): Some fossil woods from the Palaeogene of Northern Kyushu. – Bot. Mag. Tokyo, **89**: 59–71; Tokyo.
- TOMKIEFF, S. I. & BLACKBURN, K. B. (1942): On the Remains of Fossil Wood Enclosed in a Tertiary Lava on the Isle of Rum, Inner Hebrides. – Geol. Magazine, **79**: 14–17; London.
- WATARI, S. & KURODA, H. (1949): On a fossil wood of *Castanea* from the Tertiary of Japan. – J. Jap. Bot., **24**(1–2): 19–23, 3 figs.; Tokyo.
- WEYLAND, H. & PFLUG, H. D. (1961): Beiträge zur fossilen Flora des Braunkohlenbeckens von Megalopolis im Peloponnes (Griechenland). – Palaeontographica, B, **108**(3–6): 93–120, 1 Abb., 7 Taf.; Stuttgart.
- WAGENFÜHR, R. & SCHEIBER, C. (1985): Holzatlas. – 720 S., 890 Abb.; Leipzig (VEB).
- WHEELER, E. A., BAAS, P. & GASSON, P. E. (1989): IAWA List of microscopic features for hardwood identification. – IAWA Bulletin, n. s. **10**(3): 219–332, 190 Figs.; Leiden (Rijksherbarium).
- WHEELER, E. A. (1991 a): Fossil Wood Database 11 March 1991. – Reprint, 32 p.; Raleigh, USA (North Carolina State University).
- WHEELER, E. A. (1991 b): Database references: March 1991. – 21 p.; Raleigh, USA (North Carolina State University).
- YAMAUCHI, F. (1957): Notes on some woods from the Quaternary of Shimokita Peninsula. – Misc. Rep. Res. Inst. nat. Resources, **43–44**: 21–25, 2 Abb., 1 Tab. Tokyo (japanisch).
- ZÜRCHER, E., KUČERA, L. & BOSSHARD, H. (1985): Bildung und Morphologie der Thyllen: Eine Literaturübersicht. – Vierteljahresschrift Naturforsch. Ges. in Zürich, **130**(3): 311–333, 5 Tab.; Zürich.